

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公告

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平4-62170

⑤ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公告 平成4年(1992)10月5日

H 01 L 21/302

B

7353-4M

発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 ウエハ上の層をエッチングする方法

⑯ 特 願 昭57-144881

⑰ 公 開 昭58-43522

⑱ 出 願 昭57(1982)8月23日

⑲ 昭58(1983)3月14日

優先権主張 ⑳ 1981年8月24日 ㉑ 米国(U S) ㉒ 295839

⑳ 発 明 者 ジョセフ・マイケル・モラン

アメリカ合衆国07922 ニュージャーシー・ユニオン・パークレイ・ハイツ・ウエスト・ブライアウッド・ドライブ112

㉓ 出 願 人 ウェスターン・エレクトリック・カンパニー・インコーポレーテッド

アメリカ合衆国10038 ニューヨーク・ニューヨーク・ブロードウエー222

㉔ 代 理 人 弁理士 岡部 正夫 外2名
審 査 官 関 和 郎㉕ 参 考 文 献 特開 昭55-95327 (JP, A) 特開 昭53-124979 (JP, A)
実開 昭53-94565 (JP, U)
Solid State Technology, May 1981, PP. 121-125

1

2

㉖ 特許請求の範囲

1 ウエハを反応容器内にマウントする工程及び容器内にエッチングプラズマを形成する工程から成るウエハ上の層をエッチングする方法において、

エッチすべきウエハは内部表面の少なくともある程度がポリアリーレート重合体の層で被覆された反応容器内にマウントされ、そして該被覆された内容表面は該ウエハに隣接した部分を有していることを特徴とするウエハ上の層をエッチングする方法。

2 特許請求の範囲第1項に記載された方法において、

反応容器の内部表面のほとんどが、ポリアリーレート重合体の層で被覆されることを更に特徴とするウエハ上の層をエッチングする方法。

3 特許請求の範囲第1項に記載された方法において、

該重合体はアーデル100、アーデル203、アーデ

ル205、アーデル208、U-重合体、エコノール高形、エコノール低形、エコノール充填ポリテトラフ化エチレン形から成るグループから選択されることを更に特徴とするウエハ上の層をエッチングする方法。

4 特許請求の範囲第3項に記載された方法において、

カソード電極が該反応容器内に含まれ、エッチングすべきウエハは該カソード電極上にマウントされることを更に特徴とするウエハ上の層をエッチングする方法。

5 特許請求の範囲第4項に記載された方法において、

該ウエハはエッチングすべきアルミニウムの層を含み、

該プラズマ形成工程は三塩化ホウ素及び塩素ガスの混合気体を、該容器内に導入する過程を含むことを更に特徴とするウエハ上の層をエッチングする方法。

6 特許請求の範囲第4項に記載された方法において、

該ウエハはエッチングすべき多結晶シリコンの層を含み、

該プラズマ形成工程は、三塩化ホウ素及び塩素ガスの混合気体を、該容器内に導入する過程を含むことを更に特徴とするウエハ上の層をエッチングする方法。

7 特許請求の範囲第4項に記載された方法において、

該ウエハはエッチングすべき多結晶シリコンの層を含み、

該プラズマ形成工程は本質的に純粋な塩素ガスを該容器中に導入する過程を含むことを更に特徴とするウエハ上の層をエッチングする方法。

8 特許請求の範囲第4項に記載された方法において、

該ウエハはエッチングすべき二酸化シリコンの層を含み、

該プラズマ形成工程は三フッ化メタン及びアンモニアガスの混合気体を、該容器内に導入する過程を含むことを更に特徴とするウエハ上の層をエッチングする方法。

9 特許請求の範囲第4項に記載された方法において、

該ウエハはエッチングすべき硬化レジスト材料の層を含み、

該プラズマ形成工程はハロゲン化炭素及び酸素の両方又は一方を、該容器中に導入することを更に特徴とするウエハ上の層をエッチングする方法。

発明の詳細な説明

本発明はウエハを反応容器中にマウントする工程及び容器中にエッチングプラズマを形成する工程から成るウエハ上の層エッチング法に係る。

半導体ウエハのような試料にパターン形成するために、ドライプロセス技術を用いることに、かなりの関心がもたれている。ドライプロセスへの関心は、標準的な湿式エッチングに比べ、一般的に分解能が高くかつ寸法及び形状の制御性がよいことによる。従つて、ドライエッチングはたとえば非常に大規模な集積(VLSI)デバイス形成するために、半導体ウエハを加工する過程において、細線パターン形成に用いられることが多くな

っている。

反応容器中のラジオ周波(rf)-プラズマを含む各種ドライエッチングプロセスが知られている。これらのいわゆるプラズマ補助プロセスには、反応性スパッタ(又はイオン)エッチングが含まれる。反応性スパッタエッチングにおいて、パターン形成すべき試料は、反応容器中のrf駆動カソード電極上に置かれる。典型的な場合プラズマエッチングとよばれる別のプラズマ補助プロセスにおいて、試料は反応容器中の接地されたアノード電極上に置かれる。VLSIデバイス製作に適したこれらのプロセス及び他のプロセスについては、たとえばシー・エム・メリアースミス(C. M. Melliar-Smith)及びシー・ジェイ・モガブ(C. J. Mogab)による“パターン描画のためのプラズマ補助エッチング技術”スイン・フィルム・プロセス(Thin Film Process)、ジェイ・エル・ボセン(J. L. Vossen)及びダブリュ・ケルン(W. Kern)編、アカデミック・プレス、ニューヨーク、1978、497-552頁に述べられている。

これまで実施されてきたように、VLSIデバイス中にミクロン及びミクロン以下の寸法のパターン形成するために設計されたプラズマ補助エッチングプロセスは、しばしば比較的生産性が低いことが問題になってきた。これらのプロセスでよりよい結果を得る上での主要な障害の一つは、エッチング装置の反応容器中での一見不可避な汚染の存在であつた。出願人はこれらの汚染は、たとえば反応容器中の各種表面からエッチングされる材料片あるいはエッチング容器中に発生する化学物質から成ることを確認した。それらの汚染物質は、たとえばエッチングすべき選択的にマスクされた層の表面上に堆積し、それにより堆積した汚染物質の下にある層のマスクされない部分がエッチングされるのを、実効的に妨げる。その結果、汚染された層中にエッチされたパターンは、上のマスク中に形成されたパターンを正確に再現したものではなくなる可能性がある。実際に重要な多くの場合、汚染物質によりエッチされることを妨げられた層の部分は、製作中のデバイス内に描かれる許容できないパターンを生ずる。あるいは、これらのエッチされない部分のあるものは、細片又はいわゆる“草地”領域を構成し、デバイス製作工程中折れたり、横方向に伝わったり、あるいは

は下の層に浸透し、それによつてデバイス中に欠陥を生ずる。

これらの理由及びその他の理由により、プラズマ補助エッチング装置の反応容器中での汚染効果を減そうとすることを目的としたかなりの努力が当業者により払われてきた。そのような努力はもし成功するならば、生産性は向上し、それによつてそのようなエッチング装置中で行われるドライパターン形成工程を含む製作工程に従い作られるデバイスの価格は減少するであろう。

本発明に従うと、この問題はエッチングすべきウェハを、内部表面の少くともある程度がポリアリーレート重合体で被覆された反応容器内にマウントすることを特徴としたプラズマ補助エッチング法により解決される。

本発明の原理は、標準的なプラズマエッチング装置及び方法と、標準的な反応性スパッタエッチング装置及び方法の両方の改善に適用できる。ここでは具体的な実施例を示す目的のため、本発明の原理を実施する反応性スパッタエッチング装置に基本的な重点を置く。しかし、これらの原理はまた、プラズマエッチング装置に応用しても有利であることが、明らかに理解されるはずである。

更に、各種の構成の反応性スパッタエッチング装置が知られている。これらの中には平行プレート反応容器又は米国特許第3598710号に述べられているいわゆるパンケーキ反応容器が含まれる。具体例を示す目的のため、ここでは周知の多面体円筒型の反応容器に基本的に重点を置くことにする。しかし、本発明の原理はまた、平行プレート型のような他の反応容器に応用しても有利であることが、明らかに理解されるはずである。

本発明の原理を実施する多面体反応性スパッタエッチング装置の具体例が、第1図に示されている。第1図に示された装置と従来技術によるそのような装置の主な違いは、第1図の反応容器中の表面は、たとえばポリアリーレート重合体の箔のような層で被覆されているという事実である。たとえば以下で具体的に述べるような各種のエッチングプロセスの場合、そのような層はここで述べる反応容器中で行われるエッチングプロセスに対し、特に有用な低汚染特性をもたらすことが確認されている。

第1図に描かれた具体的なエッチングシステム

は、たとえばアルミニウム又はステンレススチールのような導電性材料で作られた円筒状試料室10により一部が規定された反応容器から成る。試料室10は描かれた構造内の中心にマウントされた試料支持具12に近づけるため、上方に移動させることができる。第1図に示された具体的な支持具12は、6個の平坦表面又は小面を含む。具体例として、第1図に示されたそのような表面のそれぞれは、その上に6枚の4インチウェハがマウントされるように設計されているとする。支持具12上にウェハをマウントするための皿又はウェハ包含機構11については、第2図に関連してより詳細に述べる。

第1図に示されたエッチングシステム全体の一部を構成する補助装置14は、流体誘導管及び導電性バスをその中に含む導管を含む。管中を誘導される流体は、試料支持具12を冷却するために用いられ、バスは支持具12に高周波電位を容量的に結合させるためのものである。

導管18(第1図)は装置14中の標準的な真空ポンプに接続されており、試料室10中にあらかじめ決められた低圧力条件を作る働きをする。加えて、入力管20は装置14から描かれた反応容器中へ、指定された気体又は気体混合物を誘導するために用いられる。

先に述べたバスは第1図に示された試料支持具12に接続され、試料室10は電気的接地のような基準電位の固定点に接続されている。試料支持具12はカソードを構成し、試料室10は描かれた装置のアノードを構成する。周知のように、アノード対カソード面積比は、1を越えるように設計される。

第1図はまた格子要素26を含むと有利であり、その構造及び機能については、先に引用したメイダンの特許明細書中に詳細に述べられている。

第1図のウェハ・マウントトレイ11は、第2図中により詳細に示されているように、トレイ11はたとえばアルミニウムで作られたベースプレート28から成る。6個のウェハ支持用くぼみが、プレート28中に形成されている。これらのくぼみは典型的な場合円筒状で、その中に置くよう設計された各ウェハより直径がほんのわずかに大きいくぼみの深さは、ウェハの厚さとはほぼ同じで

ある。そのようなくぼみ30はその中にウェハ32を含んでおり、第2図に示されている。プレート28中のくぼみと位置を合わせた6個の貫通孔を含む最上部プレート34もまた、第2図に示されている。たとえば、最上部プレート34はねじ（その1つは36と記されており、第2図に示されている。）によりベースプレート28に固着されている。

最上部プレート34中の各孔の直径はそのすぐ下のくぼみの中に含まれたウェハの直径より、わずかに小さい。従つて、プレート34はエッチングすべき試料を、ベースプレート28と位置を合わせて保持する働きをする。保持された各試料の最上表面の主要部分は、プレート34中の各孔を通して露出される。ウェハ包含機構が支持具12上の小面上に位置を合わせて固着された時、保持された試料の露出された表面は、第1図の装置中にエッチングのため、位置をあわせてマウントされる。

本発明の原理に従うと、第1図の反応容器の内表面のある程度又は全体が、ポリアリーレート重合体の層で被覆される。これらの表面にはウェハ技術機構中に含まれる最上部プレート（たとえば第2図に示された最上部プレート34）表面、試料室10（第1図）の内表面、及び描かれた反応室内のエッチングプラズマに露出された他の表面が含まれる。

エッチング中汚染を最小にするために、先に述べたウェハ支持機構中に最上部プレートの表面は、保護のため被覆することが特に重要である。従つて、本発明の原理に従うと、これら機構の少くとも最上部プレートは、たとえばポリアリーレート重合体箔のような層で被覆される。（もちろん、反応容器中の他の露出された表面のある程度又は全体も被覆すると有利である。）従つて、第2図の例で示されるように、ポリアリーレート重合体の層38が、プレート34の最上表面を被覆する。たとえば、層38はプレート34の最上表面に適合するように型にはめるかあるいは他の方法で整形されたポリアリーレートの16分の1インチ厚の標準的な市販の箔から成る。あるいは、プレート34それ自身を2分の1インチ厚のポリアリーレート重合体プレートの適当な形状にするために、棒から型にはめるか又は（たとえば鑄造の

ように）他の方法で形成してもよい。もちろんその場合、プレート34上の別の最上部箔38は必要ない。

本発明の原理に従うと、ポリアリーレート重合体はプラズマ補助エッチング装置の反応容器中で用いるのに特に適していることが確認された。特に、これらの重合体はプラズマ補助エッチングプロセス中で各種材料をパターン形成するために有利であることが確認された。しかし、これらの材料及びそのためのエッチングプラズマに関する詳細な情報の例について述べる前に、プラズマ補助エッチング装置の反応容器中で用いるための適当なポリアリーレート被膜に関するより具体的な情報について述べる。

各種の耐高温性ポリアリーレート重合体が、本発明の原理に従つて作られる反応性スパッタエッチング装置の反応容器に含めるのに適している。そのような重合体の有利なものの一つはアーデルと呼ばれ、ユニオン・カーバイド (Union Carbide)、バウンドブルック (Bound Brook)、ニュージャージー (New Jersey) により作られ、ベレット状のものが入手できる。一方、アーデル重合体ベレットはベレット状の材料を帯、リボン、板又はシートに変換する市販の多数の整形剤により処理される。たとえば8分の1インチ厚のシート状に変換されたアーデルの1つの供給源は、ウェストレーク・プラスティックス、レニ、ペンシルバニア (Westlake Plastics Lenni Pehnnsylvania) である。

アーデル重合体はユニオン・カーバイドからそれぞれアーデル203、アーデル205及びアーデル208とよばれる各種の形のものが得られる。プラズマ補助エッチング中汚染を最小にするため、ここで述べた反応容器中に含めるのには、すべてが適している。具体例を示す目的のために、ここでは包括的にアーデルとのみ使う場合は常にアーデル100を意図するものと仮定する。

容器中の表面を被覆するために、ここで述べた反応容器中に含めるのに適した他の耐高温性ポリアリーレート重合体には、シート状、棒状、リボン状、帯状などほのものが有り、ユニチカ (Unitika) 社、ロンドン、英国により作られるU-重合体及びカーボランダム社 (Carborundum)、ナイアガラ、フオールズ、ニ

ユーヨークにより作られるエコノール重合体（高形、低形、充満ポリテトラフツ化エチレン形）が含まれる。

本発明の原理に従うと、アーデルのようなポリアリーール重合体は、たとえばアルミニウム、マグネシウム、チタン、ステンレススチール、セラミック、プラスチック又はガラスでできた表面に形成できる。たとえばねじ止め、リベット止め又は固着ボンディングによりそのように形成された被膜は、高密度、低孔質性で、下の基板に対する付着性は良く、プラズマ補助エッチング装置の反応容器中に典型的な場合存在する荒れた状態においても、優れた構造的な完全性を特徴とする。

本発明の原理に従うと、各種のポリアリーール重合体プラズマ補助エッチング装置の反応容器内の表面を被覆するために使用できる。反応容器の表面がアーデルで被覆された具体的な反応性スパッタエッチング装置の一例の場合、被覆の厚さは約16分の1インチにすると有利であった。

出願人は上に述べた形のポリアリーール重合体部分は、各種の材料の層をパターン形成するために設計されたプラズマ補助装置の反応容器中で用いるのに、特に適していることを見出した。実際そのような部分は層のドライエッチング中、VLSIウエハに対しあつたとしてもきわめてわずかの汚染した生じないことが確認されている。

より具体的には、本発明の原理に従うと、ポリアリーール重合体部分はたとえばアルミニウム、多結晶シリコン、二酸化シリコン、レジスト及び二珪酸タンタル層のパターン形成中、反応性スパッタエッチング装置の反応容器中に含めるのに有利であることが見い出されている。アルミニウムの場合、プラズマはたとえば三塩化ホウ素及び塩素ガスの混合物から誘導される。アルミニウムの非等方性エッチングに適したそのような混合物については、米国特許対4256534号に詳細に述べられている。（必要に応じ三塩化ホウ素及び塩素混合物に、比較的少量のヘリウムを添加してもよい。）多結晶シリコンの場合、プラズマはたとえば三塩化ホウ素と塩素の混合物又は塩素のみから誘導してよい。二酸化シリコンの場合、プラズマはたとえば三フツ化メタンとアンモニアの混合物から誘導される。米国特許第4244799号に述べられているいわゆる三段階プロセス中で用いられ

るような硬化レジスト材料の場合、プラズマはたとえば酸素と三フツ化炭素のようなハロゲン化炭素又は酸素のみから誘導される。三珪酸タンタルの場合、プラズマはそれぞれタンタル及びシリコンに対する主要なエッチング剤としてたとえばフツ素及び塩素成分を含む活性エッチングラジカルから成る。

プラズマ補助エッチング装置の反応容器中の表面を被覆するのにポリアリーール重合体を用いることにより、VLSIデバイス構造に含まれる他の材料の層もまた、本質的に汚染されず従つて高歩留りでパターン形成される。そのようにエッチングできる他の材料には、窒化シリコン、リンシリケートガラス、窒化ホウ素、単結晶シリコン、タンタル及びタングステンが含まれる。

アルミニウム層がアーデルで被覆された表面を含む容器内で非等方的にエッチされる一実施例において、先に述べた気体混合物は、容積で75パーセントの三塩化ホウ素及び容積で25パーセントの塩素を含んだ。（0ないし90パーセントの範囲の三塩化ホウ素及び100ないし10の範囲の塩素を含むものもまた、十分な結果をもたらした。約0ないし5パーセントのヘリウムも必要に応じて含めてもよい。）容器中への混合気体の流れは、1分当たり約75立方センチメートルであつた。（1分当たり50ないし100立方センチメートルの範囲の流量で十分である。）容器中の圧力は約20マイクロメータに保たれた。（5ないし50マイクロメータ中の圧力においても、十分な動作が行えた。）エッチすべき表面における1平方センチメートル当りのパワーは、1平方センチメートル当たり約15ワットにした。（1平方センチメートル当たり、1ないし2ワットの範囲のパワー密度が満足する。）接地に対するカソード又はウエハ支持電極の直流バイアスは、約210ボルトであつた。（60ないし350ボルトdcの範囲のバイアス電圧が十分である。）これらの特定の条件下で、アルミニウム層は1分当たり約800オングストロームの速度で、本質的に汚染なしに非等方的にエッチされた。

エッチすべきアルミニウム層と多結晶シリコン層の両方を含むVLSI構造において、アーデルで被覆された表面を含む容器中の、先に述べた三塩化ホウ素-塩素気体混合物から誘導したプラズマ内で、多結晶シリコン層もまた非等方的にパター

ン形成された。あるいは、多結晶シリコン層はそのような容器中の他のプラズマ内でエッチングしてもよい。

多結晶シリコンをエッチするための別の有利なプラズマは、塩素ガスから誘導される。ドーブしてない多結晶シリコンの場合、エッチされた材料の端部形状は非等方的で、ドーブした多結晶シリコンの場合、端部形状は完全に等方的なものから完全に非等方的なものまでを得るように制御できる。

ドーブしてない多結晶シリコン層がアーデルで被覆された表面を含む容器中で非等方的にエッチされた一具体例において、エッチングプラズマは本質的に純粋な塩素ガス雰囲気から誘導された。容器中への混合ガスの流量は、1分当り約40立方センチメートルであつた。(1分当り20ないし80立方センチメートルの範囲が満足する。)容器内の圧力は約10マイクロメータに保たれた。(5ないし40マイクロメータの範囲の圧力で、十分な動作が行える。)エッチすべき表面における1平方

アーデルで被覆された表面を含む容器中で二酸化シリコン層が非等方的にエッチされた別の実施例において、エッチングプラズマは96容積パーセントの三フツ化メタンと4容積パーセントのアン

モニアを含む混合物から誘導された。容器中への混合気体の流れは、1分当り約30立方センチメートルであつた。(1分当り5ないし70立方センチメートルの範囲の流れが満足する。)容器中の圧力は約50マイクロメータに保たれた。(5ないし100マイクロメータの範囲の圧力で十分な動作を行わせることができる。)エッチすべき表面における1平方センチメートル当りのパワーは、1平方センチメートル当り約16ワットにした。(1平方センチメートル当り、1ないし、3ワットの範囲のパワー密度が満足する。)接地に対するカソード又はウェハ支持電極の直流バイアスは、約600ボルトと測定された。(400ないし800ボルトdcの範囲のバイアス電圧が満足する。)これらの特定の条件下において、二酸化シリコン層は1分

最後に、上に述べた装置及び工程は、単に本発明の原理を示すためのものであることを理解すべきである。これらの原理に従うと、本発明の精神及び視野から離れることなく、当業者には多くの修正及び変形が考案されよう。たとえば、アーデルのようなポリアリーレート重合体のような箔で被覆された表面に基本的な重点を置いてきたが、これらの表面は他の標準的な方法(たとえばスプレー)によつても被覆できることを理解すべきである。

図面の簡単な説明

第1図は本発明の原理に従い作られたプラズマ補助エッチング装置の具体例を示す図、第2図は第1図の装置の一部の断面図である。

(主要部分の符号の説明) 反応器……10、ポリアリーレート重合体層……38。

FIG. 2

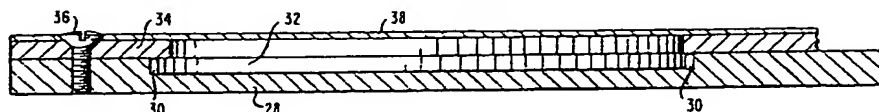
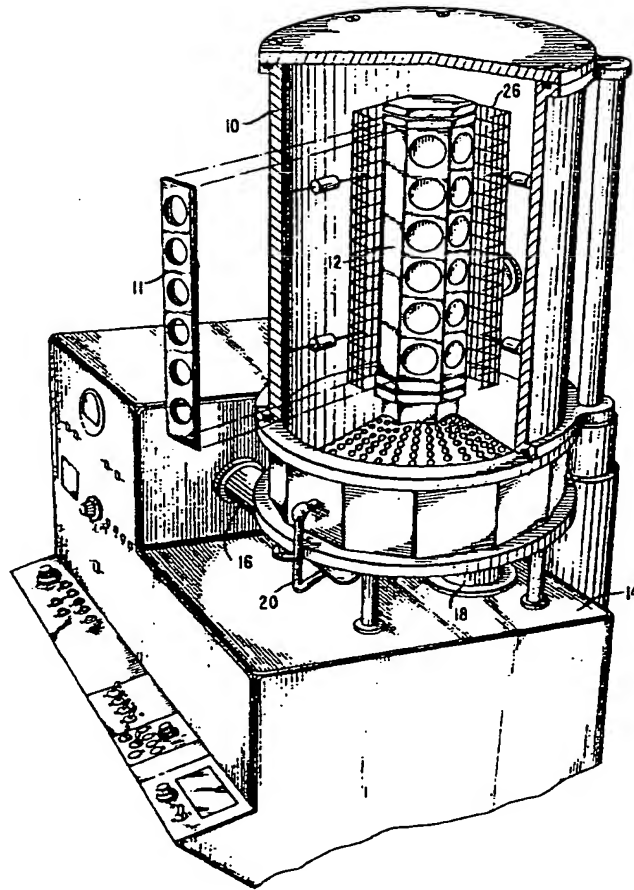


FIG. 1



MicroPatent® Family Lookup

Stage 2 Patent Family - "Extended"		Priorities and Applications	
CC DocNum	KD PubDate	CC AppNum	KD AppDate
┐ JP 4062170	B4 19921005	JP 144881	A 19820823
		US 295839	A 19810824
┐ JP 58043522	A2 19830314	JP 144881	A 19820823
		US 295839	A 19810824
┐ US 4397724	A 19830809	US 295839	A 19810824
3 Publications found.			

Add Selected Documents to Order